Aus dem zahnärztl. Institut der Universität Göttingen
Direktor: Prof. Dr. H. Rebel

Beitrag zur Histologie des Tierschmelzes

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors
der Zahnheilkunde
an der Georg-August-Universität
zu Göttingen

von

EMIL ENGER
aus Hannover

1930

Buchdruckerei Adolf H. Borchers, Hannover

Aus dem zahnärztl. Institut der Universität Göttingen
Direktor: Prof. Dr. H. Rebel

Beitrag zur Histologie des Tierschmelzes

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors
der Zahnheilkunde
an der Georg-August-Universität
zu Göttingen

von

EMIL ENGER
aus Hannover

1930

Buchdruckerei Adolf H. Borchers, Hannover

Dissertation der med. Fakultät Göttingen

vorgelegt am 10. November 1929.

Referent: Prof. Dr. Rebel

Beitrag zur Histologie des Tierschmelzes.

Der Schmelz des recenten Menschen, des Hundes, Kaninchen, Pferdes, Schweines, Ochsen sowie des Schafes und des Affen wurde an ungefärbten Längs- und Querschliffen in durchfallendem Licht vergleichend untersucht.

Das Material ist auf nachstehende Weise gewonnen worden. Vorsichtig, unter Vermeidung der Zange, sind die Zähne aus der Alveole gesägt, um keinerlei Gewalt auf die harten Zahngewebe wirken zu lassen und hierauf mit einer feinen Carborundscheibe in die mediane und distale Hälfte zerlegt. Die Trennungsfläche der medianen Hälfte wurde nun auf einer groben, horizontal rotierenden Carborundscheibe plan geschliffen und darauf der Zahn parallel zu dieser Ebene von der Approximalseite aus, wodurch Vertikalschliffe, parallel zur Längsachse des Zahnes, entstanden. Die Herstellung der Horizontalschliffe geschah durch Beschleifen der distalen Zahnhälfte senkrecht zur Längsachse sowohl von der Kaufläche wie von der Wurzel aus. Auf diese Weise entstanden Schliffe von etwa $^1/_4$—$^1/_2$ mm Stärke. Feinere Schliffe von etwa 40—50 μ Stärke ließen sich durch Reiben der Zahnsubstanz auf einer feuchten, mattierten Glasscheibe erzielen, die beim Polieren auf glattem Schreibpapier von Schliffinien und Kratzern befreit werden konnten. Entwässert in Alkohol und entfettet in Aether, gelangten die Schliffe zur Einbettung in harten Canadabalsam. Sie blieben durchweg ungefärbt.

Die Schliffe wurden makroskopisch und mikroskopisch im dunkelfallenden Licht auf strukturelle Besonderheiten betrachtet. Wenn im folgenden von der Lupe gesprochen wird, so ist damit die Mikroskoplupe des Fluorit-Systems 24 gemeint, die eine 95fache Vergrößerung bietet. Die mittlere Vergrößerung entspricht dem Fluorit-System 13 mit 222facher und die stärkste demselben System 3 mit 960facher Vergrößerung. Die Oelimmersion des Fluorit-Systems 1,8 gibt Bilder von 1550facher Vergrößerung. Alle diese Angaben beziehen sich auf das Kompensationsokular 6 bei einer Tubuslänge von 170 mm eines Mikroskops der Firma Winkel.

Im voraus sei darauf hingewiesen, daß die Untersuchung lediglich deskriptiver Natur ist, daß aber bei starker Abweichung meiner Deutungen mit den bisher bekannten, absichtlich Kritik geleistet wurde.

Vorausgeschickt wird der Beschreibung der Präpärate eine kurze Charakteristik der Struktur des Schmelzes beim Menschen, so wie diese heute im allgemeinen dargestellt wird. Da noch in zahlreichen Punkten Unklarheit besteht, muß auf die verschiedene Deutung gleicher morphologischer Bilder etwas näher eingegangen werden. Eine Vollständigkeit wurde auch hier nicht angestrebt.

Der Schmelz ist zusammengesetzt morphologisch aus einer sehr großen Anzahl feiner Elementarteile, den Schmelzprismen, die auf Grund ihrer gegenseitigen Lagerung die Struktur des Schmelzes bedingen. Ueber die Beziehungen der einzelnen Prismen zueinander besteht bekanntlich noch keine einheitliche Auffassung. Während die Mehrzahl der Autoren heute eine Substanz annehmen, die die Prismen untereinander verkittet, die sog. „Kittsubstanz", wird sie von anderen entschieden in Abrede gestellt.

So sind nach Studnicka die kalkhaltigen Schmelzprismen von organischen Prismen-Scheiden umgeben, die durch eine leicht lösliche organische Substanz getrennt sind, die der interstitiellen bzw. der „Kittsubstanz" entspricht. Orbán spricht von „dunkeln Linien", die die Prismen unmittelbar umgeben, zwischen denen die „Kittsubstanz" liegt. Nach Smreker befindet sich um das verkalkte Prisma ein feiner, unverkalkter Mantel „Kittsubstanz", der Farbstoff aufnehmen kann. Nach seiner Ansicht bilden die Prismen ein fest zusammenhängendes Gefüge mit der unverkalkten „Kittsubstanz", das von den die Prismen umhüllenden „Spalten" durchzogen wäre. Auch Lams nimmt an, daß die sonst homogenen Prismen von einer sehr feinen Membran begrenzt sind, die aber nur eine periphere Verdichtung zu sein scheine. W. Meyer schließt aus seinen Untersuchungen auf das Vorhandensein einer „Kittsubstanz". Er bezeichnet sie als „interprismatische Substanz", I-P-S, die nach seiner Ansicht mehr oder weniger verkalkt sein kann. Seine mikrophotographischen Aufnahmen zeigen tatsächlich eine dunkel erscheinende Prismenscheide um das helle Prisma, die durch einen hellen Zwischenraum von der entsprechenden Scheide des Nachbarprismas, die I-P-S oder „Kittsubstanz" getrennt ist. Ganz neuerdings stellt sich Weidenreich auf den Standpunkt, daß die organische Grundlage des gesamten Schmelzes eine Einheit bildet. Er glaubt nicht, daß man die Unterscheidung in Prismenkörper, Hülse und I-P-S so streng treffen kann, sondern es handelt sich um ein aus der gleichen Quelle gebildetes kolloidales Medium, das seine besondere Differenzierung in drei Komponenten erst durch die spezielle Art der Kalkimprägnation erhalte. Walkhoff dagegen leugnet nach wie vor das Vorhandensein einer besonderen „Kittsubstanz". Das vollkommen verkalkte Schmelzprisma enthält nach ihm an der Peripherie eine weniger gut verkalkte, unmeßbar feine, aus organischer

Substanz bestehende Grenzschicht, die „Kortikalschicht". Die Kortikalschicht erscheint bei Betrachtung längs- oder schiefgetroffener Prismen in größerer Breitenausdehnung, wodurch eine „Kittsubstanz" vorgetäuscht wird. Walkhoff schreibt: „Die Ursache der Täuschung liegt in der Nichtbeachtung der Lichtbrechungserscheinungen, indem man nicht auf die Brechung der Randstrahlen, welche von den schief beleuchteten Prismen bei der Tiefenzeichnung aller Objektive geringerer Apertur ausgehen, Rücksicht nahm".

In bezug auf das Vorkommen von Prismenscheiden sind sich wohl alle Autoren einig. Während sie Orbán als dunkle Linien bezeichnet, die Begrenzungslinien zwischen „Kittsubstanz" und Prisma, die nach seiner Ansicht dauernd unverkalkt bleiben, will Boedecker beobachtet haben, daß bei der Entkalkung des Schmelzes wohl die Prismen sich lösen, die Scheiden aber bleiben. Smreker zeichnet sie als feine färbbare Mäntel, die die Prismen umgeben. Dieser Ansicht schließt sich Weidenreich an, der sie für weniger verkalkte organische Substanz hält. Walkhoffs Kortikalschicht ist ebenfalls identisch mit der Prismenscheide.

Die Frage der Querstreifung der Prismen ist noch nicht endgültig geklärt. Das Vorkommen auch im Tierreich ist erwiesen, doch nicht, ob sich die Querstreifung über mehrere Prismen erstreckt, oder der einzelnen Faser eigentümlich ist. v. Ebner schreibt von einer leiterartigen Anordnung nicht völlig ausgebildeten Schmelzes hervorgerufen durch eine ungleiche physikalische Beschaffenheit der Prismen nach der Querrichtung. Die einzelnen Bänder der Prismen alternieren mit denen der Nachbarprismen. Williams stellt fest, daß die „Varicositäten" der Prismen stets in gleicher Höhe liegen. Nach seiner Ansicht senden sie an den Punkten ihres größten Durchmessers Fortsätze aus, die sich mit denen der Nachbarprismen verbinden. Auch Boedecker spricht von Ausläufern der Prismenscheiden. Studnicka läßt sie durch Protoplasmafortsätze zusammenhängen. Nach Walkhoff ziehen die Linien der Querstreifen durch den ganzen Schmelz; sie bilden also gerade Linien, die sich über den ganzen Schmelz erstrecken. Walkhoff führt sie zurück auf mangelhafte Ablagerung von Kalksalzen in der organischen Grundlage des Schmelzes. Weidenreich beschreibt einen Schliff eines menschlichen Molaren, bei dem nach der Entkalkung die Querstreifung durch den gesamten Schmelz verläuft. Die organische Grundlage ist primär einheitlich und wird durch den gleichen sekundären Vorgang quer gegliedert. Demgegenüber behauptet W. Meyer, daß die Querstreifung nur am einzelnen Prisma vorhanden ist, die sich nicht in die I-P-S erstreckt. Die Querstreifung der I-P-S bezeichnet Meyer als Interkolumnarbrücke, die aber nicht Fortsetzung des Prismenquerstreifens ist.

Umfangreich ist die Literatur über Schmelzlamellen und Schmelzbüschel. Unter Schmelzlamelle ist die organische Substanz zu verstehen, die sich mehr oder weniger tief von der Oberfläche in den Schmelz hinein erstreckt als geflochtenes Bündel von feinem, fibrillärem Charakter ohne besondere Aufteilung. Schmelzbüschel entspringen nur an der Dentin-Grenze, halten bestimmte Abstände gegeneinander und teilen sich im Schmelz büschel- oder fächerartig auf, wobei man beobachten kann, daß sie sich ziemlich gleich tief in den Schmelz erstrecken. Die Schmelzlamellen wurden zuerst von Boedecker beschrieben. Er wies nach an entkalkenden wie entkalkten Schliffen, daß es sich nicht um Kunstprodukte handelt, wie z. B. Sprünge. Er schildert sie als blattartige Gebilde, die vom Dentin zur Oberfläche ziehen und erklärte daraufhin den Schmelz als lebendes Gewebe. Walkhoff hält die Lamellen, wie die Büschel für vertrocknete Schmelzprismen, die auf einer mangelhaften Verkalkung während ihrer Bildungsperiode stehen geblieben sind. „Gruppen von Schmelzprismen erleiden während ihrer Entwicklung im Kampf um den Raum eine mangelhafte Verkalkung ihrer Kortikalschichten, wobei Drehungen und Windungen als Abweichungen von dem Prinzip der zentrifugalen Anordnung der Schmelzprismen statthaben." Gottlieb glaubt, es seien weder unverkalkte Schmelzprismen noch I-P-S, sondern Abkömmlinge des äußeren Schmelzepithels. Nach seiner Ansicht können die Lamellen verhornen von ihrer Ansatzstelle am Schmelzoberhäutchen, S-O-H, beginnend in größerer oder geringerer Ausdehnung gegen das Dentin hin; ja, sie lassen sich mehr oder weniger tief in das Dentin hinein verfolgen. Orbán vertritt die Ansicht, daß die Lamellen Epithelstränge sind, die während der Entwicklung vom Schmelzorgan her in Spalten des abgelagerten Schmelzes eindringen. Weidenreich hält die Büschel wie die Lamellen auf Grund ihres fibrillären Charakters und ihrer „unbezweifelbaren Herkunft aus dem Dentin" für die letzten Ausstrahlungen der Faserungen des Manteldentins. W. Meyer hält die Lamellen für Stränge der I-P-S, die auf minder verkalkter, mehr embryonaler Stufe zurückgeblieben sind. Einen „Dentinanteil" der Lamelle gibt es nur gelegentlich in Form eines feinsten Spießes. Die Büschel sind ebenfalls Bezirke minder verkalkten Schmelzes. Sie stehen nach W. Meyer in keinem histologischen Zusammenhang mit den Dentinkanälchen.

Der Schmelz vom Zahn des recenten Menschen.

Betrachtet man den zum Schliff benutzten oberen Prämolaren mit unbewaffnetem Auge, so zeigt er eine geblichweiße Farbe. Seine Oberfläche ist glatt. Perikymatien, die sonst am Schmelz des bleibenden Menschenzahnes vorkommen können, sind nicht feststellbar. Hart am Zahnhals der labialen Fläche befindet sich ein sog. keilförmiger Defekt ohne Zeichen von Karies. Er

ist etwa 2 mm lang und deutlich mit dem Fingernagel tastbar. Unter der Lupe sind kleine, blauweiß erscheinende Rinnen erkennbar, die als Schmelzsprünge angesehen werden müssen.

Auf dem unbehandelten Vertikalschliff durch die Höckerspitze in palato-buccaler Richtung erscheint der Schmelz dem unbewaffneten Auge hell mit stellenweis hellbraunem Ton. Er hebt sich deutlich von dem grauen Dentin ab. Bei Betrachtung des Schliffes mit der Lupe zeigt sich, daß feine, braune Streifen durch den Schmelz ziehen als Zeichen mangelhafter Verkalkung, besonders in dem noch erhaltenen Teil der Kaufläche, wie in der zentralen Hälfte der Schmelzbreite an den Approximalflächen. Ueber den Schmelz in der Längsrichtung verlaufen einander parallele, breite, hellbraun erscheinende Streifen des Retzius. Ziemlich senkrecht zu ihnen sowie zur Dentingrenze ziehen abwechselnd helle und dunkle breite Bänder, die bei auffallendem Licht deutlicher erscheinen, die Schreger-Hunterschen Faserstreifen.

Bei mittlerer Vergrößerung ist eine feinfaserige Struktur des Schmelzes zu erkennen. Am Zahnhals erstrecken sich die einzelnen Faserbündel geradlinig von der Dentingrenze zur Peripherie. In Verfolg ihres Verlaufs nach der Krone zu, nehmen die Prismen flache S-Form an, mit der ersten Konvexität der Wurzel zu und verlieren sich bald in der zentralen Hälfte der Schmelzbreite in zahllosen Windungen, während der Verlauf in der peripheren Hälfte gleichmäßig bleibt. Etwa in Höhe der größten Breite des Zahnes verlassen die Prismen senkrecht die Peripherie, um sich kurz darauf unter 120° wurzelwärts zu wenden und in der zentralen Hälfte der Schmelzbreite in mannigfache Kreuzungen und Verflechtungen überzugehen. Auf die Dentingrenze stoßen die Faserbündel mit einem Winkel von etwa 90°. Bei diesen Windungen umschließen die zentralwärtsverlaufenden Faserbündel Schichten von quer- bis schräggetroffenen Prismen; d. h. es wechseln Lagen quer getroffener Prismen mit solchen längs getroffener ab. Ich füge eine Mikrophotographie solcher Zonien hier bei. Man erkennt darauf die schwarz erscheinenden längs getroffenen Prismen, die Parazonien, die einen leicht gewundenen Verlauf nehmen, sowie quer getroffene Prismen, die Diazonien, die schuppenförmig aneinander gelagert sind, was besonders deutlich ist bei stärkster Vergrößerung (Abb. 1 und 2)*).

Die Fasern haben peripher eine Stärke von etwa 4—5 μ und zentral von 3—4 μ.

Eine Querstreifung der Prismen ist am unbehandelten Schliff bei mittlerer Vergrößerung sichtbar. Sie hat sich bei Abb. 1 abgezeichnet. Deutlicher jedoch wird die Querstreifung beim

*) Von einer Reproduktion sämtlicher Abbildungen ist aus wirtschaftlichen Gründen Abstand genommen und ihre Zahl auf 4 reduziert.

Behandeln der Schliffe mit verdünnter Säure. Abb. 3 zeigt den Längsschliff eines oberen Incisivus vom Menschen, der etwa 3 Min. in 5 %iger HNO_3 entkalkt ist. Hier hat sich die Querstreifung deutlich ausgeprägt. Wie ein Netzwerk scheint sie sich über den Schmelz zu legen. Man erkennt auf diesem Bilde auch, daß die dunklen Retziusstreifen, die Faserbündel etwa unter 45° kreuzen, während die Querstreifung senkrecht zur Peripherie des Prismas steht. An manchen Stellen hebt sich vom Prisma eine dunkle Linie ab, die wohl identisch ist mit der in der Literatur beschriebenen Prismenscheide. Am unbehandelten Schliff ist sie nicht ausgeprägt, nur bei mangelhafter Verkalkung läßt sie sich als dunkler Rand erkennen.

Durch den Schmelz ziehen nur wenig Schmelzlamellen, die feingegliedert, leicht gewunden, von der Oberfläche ausgehen. Sie ziehen ohne Rücksicht auf den Verlauf der Schmelzfasern zentralwärts und enden vorwiegend innerhalb der Schmelzbreite. Teilweise stoßen die Lamellen auf die Dentinoberfläche. Einen „Dentinanteil", eine Fortsetzung der Lamelle in das Dentin hinein, habe ich nicht feststellen können.

Begrenzt wird der Schmelz zentral von der Dentinoberfläche. Die Grenze ist ganz unregelmäßig gebuchtet, dazu leicht gewellt. Es finden sich Gruben und Spitzen. Von diesen Spitzen aus erstrecken sich an einzelnen Stellen Dentinkanälchen in den Schmelz hinein, die entweder spitz ohne Endorgan oder aber mit kolbenförmigen Verdickungen enden. Die in den Schmelz übergehenden Kanälchen lassen einen dunklen Rand und hellen Innenraum erkennen.

Von dem Horizontalschliff aus der distalen Fläche desselben Zahnes ist nur ein Bruchstück erhalten. Man erkennt den Schmelz mit unbewaffnetem Auge als breiten, braunen Streifen gegen das fast wasserhelle Dentin.

Unter der Lupe sind zahlreiche Streifen des Retzius als breite, braune Bänder sichtbar. Auch hier zeigen sich Stellen mangelhafter Verkalkung, durch die der Verlauf der Prismen kenntlich wird. Von der Dentinoberfläche aus erstrecken sich zahlreiche schwarze, fein gefiederte Lamellen in den Schmelz, ohne jedoch das zentrale Drittel der Schmelzbreite zu überschreiten.

Bei mittlerer Vergrößerung erkennt man, daß die leicht geschlängelte Dentingrenze Gruben und Spitzen besitzt, von denen aus sich die Lamellen in den Schmelz erstrecken. Ihr fibrillärer Charakter ist deutlich erkennbar. Die Schmelzprismen verlaufen sehr unregelmäßig in Kreuzungen und Windungen sowie Verflechtungen. Bei stärkster Vergrößerung findet man einen geringen Dentinanteil der Lamellen.

Der Horizontalschliff durch einen menschlichen unteren Molaren zeigt makroskopisch dunkelbraun erscheinende Streifen parallel zur Oberfläche.

Unter der Lupe erweisen sich diese als breite Bänder, als Streifen des Retzius. Die Schmelz-Dentingrenze verläuft unregelmäßig wellenförmig. Sie kennzeichnet sich durch Gruben und Spitzen. Von diesen Spitzen aus erstrecken sich zahlreiche Schmelzbüschel mit zopfartig gedrehtem Stiel und fein gefiederter Aufteilung etwa gleichweit in den Schmelz hinein.

Diese fächerartigen Aufteilungen der Büschel gehen in die I-P-S über. Die Prismen sind hier fächerförmig angeordnet, was bei Betrachtung in stärkster Vergrößerung sichtbar wird. Die wenigen in den Schmelz übergehenden Dentinkanälchen enden spitz, doch eines mit kolbenförmigem Fortsatz. Sie treten ausnahmslos an einer der Spitzen der Dentinoberfläche in den Schmelz über. (Abb. 4 und 5).

Der Querschliff der Prismen zeigt die schuppenförmige Anordnung der quer getroffenen Prismen in Zonien. Sie haben kreisrunde, doch vorwiegend polygonale, sechseckige Gestalt. Die hellere Zentralpartie ist umgeben von einer dunkel konturierten Linie, die der in der Literatur beschriebenen Prismenscheide entspricht.

Der Schmelz vom Zahn der Carnivoren.

Die Carnivoren haben hinsichtlich der Gliederung und der bestimmten Bedeutung der einzelnen Zahnsorten die vollkommenste Bezahnung unter allen Säugetieren.

Zahnschema:

I 3/3, C 1/1, P 4/4, M 3/3.

Die Schneidezähne des Hundes, je drei in jeder Kieferhälfte, sind kleine Zähne mit stark komprimierten Wurzeln und schmalen, meißelförmigen Kronen, die bisweilen undeutlich dreilappig sind, wobei unter Lappen die so in der Literatur benannten akzessorischen Höcker zu verstehen sind, die mesial und distal auftreten können. Die oberen Incisivi sind stets größer als die unteren und meist die seitlichen größer als die mittleren.

Die Eckzähne zeichnen sich durch ihre Größe und starken Wurzeln aus. Die stark konischen Zähne ragen mit ihrer scharf zugespitzten Krone weit über die Zahnreihe hervor. Sie sind mehr oder weniger komprimiert oder rund kegelförmig, meist gekrümmt und mit schneidenden Vertikalleisten versehen.

Die drei vorderen Backzähne des Oberkiefers sind Prämolaren von komprimierter Form. Hinter der Spitze findet sich ein spaltförmiger Einschnitt am Rande und an der inneren Seite des Zahnes ein kleiner Höcker. Der Reißzahn des Oberkiefers entspricht dem 4. Prämolaren, im Unterkiefer dem 1. Molaren.

Der Reißzahn hat im Oberkiefer eine vordere und eine hintere kleine, sowie eine große mittlere Zacke, welch letztere

durch eine Leiste mit einem vorderen, inneren Talon verbunden ist, der seine besondere Wurzel besitzt.

Die Molaren haben stumpfhöckerige Kronen, sind ein- bis dreiwurzelig und variieren in Größe und Zahl. Die Höcker sind paarig angeordnet. Die Paare der oberen Molaren stehen quer, die der unteren hintereinander. Der zum Schliff benutzte Incisivus des Hundes, Canis, hat schaufelförmige Gestalt mit einem distal anhängenden Zahnlappen. Die Farbe ist gelbweiß. Die Krone wird vollkommen vom Schmelz bedeckt, dessen Oberfläche gleichmäßig glatt ist. Perikymatien lassen sich weder mit der Lupe sehen noch mit dem Fingernagel tasten.

Am Vertikalschliff durch die Medianebene des obigen Zahnes in palato-buccaler Richtung hebt sich der Schmelz beim Betrachten mit unbewaffnetem Auge als heller, transparenter Streifen von etwa 1 mm Breite ab. An der Schmelzdentingrenze der palatinalen Seite wie an der Schneidekante sind dunkelbraune Stellen sichtbar als Zeichen mangelhafter Verkalkung. Das Dentin erscheint silbergrau.

In der zentralen Hälfte der Schmelzbreite finden sich bei Betrachtung mit der Lupe abwechselnd breite farblose bis hellbraune und ungleichmäßig lange dunkelbraune Schichten in der Richtung der Dentingrenze zur Oberfläche ziehend. In der peripheren Hälfte ist der Schmelz gleichmäßig farblos.

Bei mittlerer Vergrößerung läßt sich erkennen, daß die Faserbündel leicht gewellt von der Dentingrenze zur Peripherie verlaufen. Schichtenweis finden sich Prismen mit starker Braunfärbung als Zeichen mangelhafter Verkalkung, besonders in der zentralen Hälfte der Schmelzbreite. In den dunkelbraunen Schichten sind in der coronalen Hälfte der Schmelzlänge deutlich quer bis schräg getroffene Prismen zu erkennen. In der cervicalen Hälfte dagegen ziehen die Faserbündel, sowohl die gut als auch die weniger gut verkalkten, ohne Zonien, ziemlich geradlinig von der Dentingrenze zur Peripherie.

An der palatinalen Seite des Zahnes finden sich zahlreiche Streifen des Retzius, die als ganz feine, nur schwer erkennbare Streifen über den Schmelz ziehen.

Die Querstreifung der Prismen ist deutlich erkennbar. Sie verläuft netzartig senkrecht zu den Faserbündeln, während die Retziusstreifen schräg ziehen.

Die Prismenscheiden, wie die interprismatische Substanz, sind in den mangelhafter verkalkten Schichten deutlich erkennbar, in den besser verkalkten dagegen nur schwach angedeutet. Die Scheiden verlaufen nicht geradlinig, sondern leicht gewellt.

Die Fasern haben zentral eine Stärke von etwa 2–3 μ, peripher von etwa 5 μ.

Lamellen sind auffallend selten. Sie entspringen an der Oberfläche und enden vorwiegend innerhalb des Schmelzes.

Einige Lamellen erreichen die Dentingrenze, doch habe ich eine Fortsetzung in das Dentin hinein nicht feststellen können. Ihr fibrillärer Charakter ist deutlich erkennbar. Sie verlaufen teils interprismatisch, teils scheinen sie die Faserbündel zu kreuzen.

Die Schmelzdentingrenze verläuft ganz leicht wellenförmig. Uebergänge von Dentinkanälchen, die spitz, ohne besonderes Endorgan im Schmelz auslaufen, sind nur sehr selten.

Beim Horizontalschliff desselben Zahnes direkt unterhalb des distalen Lappens erscheint der Schmelz gleichmäßig braun gefärbt, an der Schmelzdentingrenze etwas intensiver.

Unter der Lupe erscheinen zahlreiche feine Streifen des Retzius.

Bei Betrachtung des Präparates mit mittlerer Vergrößerung sieht man den leicht gewellten Verlauf der Prismen. Diese durchsetzen jedoch nicht alle die gesamte Schmelzbreite in einer Ebene, sondern verlieren sich in Kreuzungen und Verflechtungen, wobei schräg getroffene Prismen erkennbar sind. Die Prismenscheiden, sowie die interprismatische Substanz sind deutlich erkennbar.

An der approximalen Seite ist der Schliff mehr transversal als horizontal getroffen, wodurch Zonien dargestellt sind.

Schmelzlamellen sind auffallend selten. Sie verlaufen feingefiedert teils deutlich interprismatisch, teils scheinen sie die Fasern zu kreuzen ohne die Dentinoberfläche zu erreichen.

Von Schmelzbüscheln kann m. E. nach keine Rede sein. Die bei mittlerer Vergrößerung sichtbaren Linien an der Dentingrenze, die als Stiele für Büschel gedeutet werden könnten, erweisen sich bei stärkster Vergrößerung als Ausläufer von Dentinkanälchen, die sich ohne Endorgan tief in die I-P-S erstrecken. Diese Uebergänge finden sehr zahlreich statt, ohne eine sichtbare Aufteilung zu Büscheln. Wohl aber ist eine büschelartige Anordnung der Faserbündel erkennbar.

Die Schmelzdentingrenze verläuft leicht wellenförmig aber glatt. Hier sieht man eine farb- und strukturlos erscheinende Schicht zwischen dem strukturreichen Schmelz und der Dentinoberfläche. Bei Betrachtung dieser Zone in Oelimmersion läßt sich nur eine schwach angedeutete Struktur erkennen. Die Prismen stehen senkrecht auf der Dentingrenze und gehen kontinuierlich in die strukturreiche Zone über.

Der Querschliff der Prismen aus der Spitze des unteren Eckzahns, hergestellt durch Schleifen einer kleinen Schmelzschicht der labialen Seite parallel zur Oberfläche zeigt deutlich Zonien. Die Form der quer getroffenen Prismen schwankt infolge der gegenseitigen Lagerung zwischen überwiegend sechseckigen und mehr oder weniger polygonalen bis runden. Wenn auch schwach, so ist doch die Prismenscheide als schwarzer Streifen zu sehen, der sich um das Prisma legt. Zwischen den einzelnen Prismenscheiden befindet sich eine heliere

Schicht, die der in der Literatur beschriebenen „Kittsubstanz" entspricht, von etwa 0,5 μ Stärke. Der Verlauf der Scheiden an längs getroffenen Prismen ist nicht gradlinig, sondern wellenförmig.

Der Schmelz des Milcheckzahnes eines jungen Hundes hebt sich auf dem makroskopisch betrachteten Schliff als schmaler, heller, leicht bräunlicher Streifen vom grauen Dentin ab.

Unter dem Mikroskop zeigt sich eine auffallende Regelmäßigkeit im Prismenverlauf. Fast senkrecht zur Oberfläche ziehen die Prismen durch die gesamte Schmelzbreite. Nur im Gebiet der Schneidekante tritt labial eine Kreuzung, Verwerfung und Verflechtung der Fasern auf mit deutlich erkennbaren Zonien. Es zeigt sich eine Schicht schräg- bis quergetroffener Prismen von 4—6eckiger Gestalt, mit ausgeprägten Prismenscheiden und interprismatischer Substanz.

Eine derartige Streifenbildung wie beim bleibenden Zahn habe ich nicht beobachtet. Der Schmelz ist gleichmäßig hellbraun gefärbt.

Im Gegensatz zum bleibenden Zahn sind auffallend viele Lamellen zu beobachten, die mehr oder weniger interprismatisch teils treppenförmig verlaufen unter Kreuzung der Fasern und sich größtenteils ins Dentin hineinverfolgen lassen.

Die Schmelzdentingrenze ist glatt, leicht wellenförmig. Im Gegensatz zum permanenten Zahn lassen sich zahlreiche Uebergänge von Dentinkanälchen in den Schmelz feststellen, die ohne ein besonderes Endorgan spitz in der interprismatischen Substanz enden.

Die Prismenscheiden wie die interprismatische Substanz sind deutlich erkennbar, ebenso die Parallelstreifen des Retzius, die als feine Streifen über den Schmelz ziehen. Eine Querstreifung der Prismen, die sich über mehrere Fasern erstreckt, ist ebenfalls sichtbar.

Der Querschliff der Prismen des Milchzahnes ist aus der Spitze des mittleren Höckers des 4. Prämolaren gewonnen. Eine genaue Lokalisation des verbliebenen Bruchstückes anzugeben, ist nicht mehr möglich.

Der Schmelz erscheint bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge gleichmäßig hellbraun. Unter der mittleren Vergrößerung lassen sich Zonien finden mit absolut quer- und längsgetroffenen Prismen.

Die quergetroffenen Prismen haben teils mehr oder weniger runde, teils polygonale Gestalt. In der überwiegenden Mehrzahl jedoch sind sie 6eckig. Sie sind umgeben von einer feinen, dunklen Prismenscheide, die von der des Nachbarprismas durch einen breiteren, hellen Saum getrennt ist.

Schliffe vom Zahn der Rodentia.

Die Rodentia besitzen mit Ausnahme einiger Leporiden 4 kräftige, meißelförmige, etwas gekrümmte Schneidezähne, die ziemlich gleich groß sind und keine abgeschlossenen Wurzeln besitzen. Das Wachstum geschieht in demselben Maße, als die Zähne beim Nagen abgenutzt werden. Mit Ausnahme der Leporiden, die im Os incisivum noch je einen kleinen Schneidezahn besitzen, haben die Rodentia im Zwischen- wie im Unterkiefer jederseits nur einen Incisivus. Eckzähne fehlen den Nagern. In weitem Abstand folgen die Backenzähne. Sie sind bald höckrig, bald schmelzfaltig, haben häufig keine Wurzeln und zeigen unbeschränktes Wachstum. Die Zahl der Zähne schwankt zwischen zwei Extremen nach folgenden Schemen:

I 2/1, C 0/0, P 2/2, M 3/3 oder
I 1/1, C 0/0, P 0/0 M 2/2.

Für die Bezahnung der Leporiden gilt die Formel:

I 2/1, C 0/0, P 3/2, M 3/3.

Bei den Hasen und Kaninchen sind alle Zähne wurzellos und stellen lamellöse Formen dar, sog. Blätterzähne. Sie bestehen aus zwei mit Schmelz bekleideten Dentinzylindern, die durch Zement verkittet sind. Nach Hensel ist nur ein Zylinder vorhanden, der eine tiefe Schmelzfalte zeigt, die von innen her eindringt und mit Zement gefüllt ist.

Betrachtet man den Nagezahn des Kaninchens, Lepus timidus, mit unbewaffnetem Auge, so fällt seine fast halbkreisförmige Krümmung auf. Etwa in der Mittellinie verläuft in der Vertikalrichtung labial wie palatinal je eine tiefe Furche, durch die der Anschein erweckt wird, als handle es sich um zwei verwachsene Zähne. Die palatinale Hälfte erscheint blendend weiß, während die labiale einen etwas gelblicheren Ton aufweist. Der Zahn ist nur an der labialen wie an den Approxilmalseiten von Schmelz umgeben, der labial allerdings bedeutend stärker ausgebildet ist. Palatinal ist von einer Schmelzschicht nichts festzustellen. Die Schneidekante wird von einer scharfen Schmelzleiste gebildet, die durch schnellere Abkauung der palatinalen Fläche, besonders der Dentinschicht, entsteht. Die Oberfläche des Schmelzes ist kaum merkbar in horizontaler Richtung gewellt.

Beim Betasten mit dem Fingernagel sowie bei Betrachtung des Nagezahns mit der Lupe lassen sich ganz schwache Erhabenheiten finden, die ringförmig in ziemlich gleichen Abständen um den Zahn gelagert sind.

Die Backzähne zeigen stark komprimierte Form in buccopalatinaler Richtung. Sie erheben sich labial kaum, palatinal dagegen 2—3 mm über den Zahnfleischsaum. Palatinal sind sie umgeben von tiefbraun bis schwarzen Belägen, die sich jedoch leicht mechanisch entfernen lassen. Dennoch verbleibt eine mehr oder weniger intensive Gelbfärbung. Höcker sind nicht aus-

gebildet, wohl findet sich ein hervorragender Rand, wie in der Mitte eine gefaltete Schmelzleiste. Wie die Schneidezähne, zeigen die Backzähne auf der Oberfläche mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Perikymatien. Eine eigentliche Wurzel fehlt den Zähnen, das Foramen ist weit offen. Der Schmelz umkleidet den gesamten Zahn bis zum Foramen apicale, nicht nur den supragingivalen Teil.

Der Vertikalschliff durch den Nagezahn, geführt in der distalen Hälfte, zeigt den deutlichen Unterschied von Schmelz und Dentin schon bei makroskopischer Betrachtung. Der Schmelz hebt sich als feiner, heller, durchsichtiger Streifen mit geringer Braunfärbung an der Dentingrenze von dem silbergrauen Dentin ab.

Unter der Lupe erweist sich der Schmelz als außerordentlich strukturarm. Die Oberfläche ist gleichmäßig schwach gewellt. Ueber den Schmelz ziehen zahlreiche Parallelstreifen des Retzius als breite, dunkle Bänder.

Bei mittlerer Vergrößerung zeigt sich, daß der Schmelz entsprechend dem Prismenverlauf in zwei Schichten zerfällt. Senkrecht zur Dentingrenze ziehen die Faserbündel durch das zentrale Fünftel der Schmelzbreite, um sich dann mannigfach zu kreuzen und zu verflechten. Die einen Faserbündel wenden sich mit ihrer Konvexität apicalwärts, die alternierenden coronalwärts. Im Schmelz treten Zonien auf, die entgegen den des menschlichen Schmelzes etwa unter 60° zur Oberfläche ziehen. In den Diazonien liegen die quergetroffenen Prismen schuppenförmig aneinandergelagert. Sie haben runde, längs-ovale, elliptische Gestalt.

Die Stärke der Prismen beträgt zentral etwa 2—3 μ und peripher 3—4 μ.

Die Schmelzdentingrenze ist durchaus glatt. Uebergänge von Dentinkanälchen finden nicht statt. Schmelzlamellen wie Schmelzbüschel sind nicht feststellbar.

Der Querschliff eines unteren 2. Prämolaren, etwa 2 mm unterhalb der Kaufläche, zeigt, daß der Zahn aus einem von Schmelz umgebenen Dentinzylinder besteht, in den hinein sich der Schmelz, von der lingualen Seite her, stülpt, ohne die buccale Schmelzwand zu erreichen. Im Gegensatz zu der Ansicht De Terras, der zwei Zylinder annimmt, die mit Zement verkittet sind, glaube ich auf Grund meiner Beobachtungen annehmen zu können, daß Hensels Behauptung, es sei nur ein Zylinder vorhanden, zu Recht besteht (Abb. 6).

Die Schmelzoberfläche ist, soweit erhalten, außerordentlich unregelmäßig gewellt. Schon bei mittlerer Vergrößerung läßt sich erkennen, daß der Schmelz aus zwei verschiedenen Schichten besteht. Der zentrale Teil besitzt außerordentlich regelmäßig parallele Schmelzfasern, die etwa bis zur Mitte der Schmelzbreite verlaufen und dann übergehen in ein mannigfach

gewelltes Flechtwerk. Die einen Fasern verlaufen hier mit apicalwärts, die alternierenden mit kronenwärts gerichtetem Bogen, so daß eine fast unübersichtliche Kreuzung der Fasern eintritt, wobei sie zahllose schwarz erscheinende, unregelmäßig verteilte Aussparungen umschließen. Der Zusammenhang der Schmelzfasern in beiden Zonen läßt sich unter der stärksten Vergrößerung, besonders mit Hilfe der Oelimmersion nachweisen. Auf Grund dieser Bilder glaube ich annehmen zu können, daß das Kaninchen keine Ausnahme bildet in der Reihe der Nager, von denen T h o m e s schreibt, daß sie außer Hase und Kaninchen zweiteiligen Schmelz besitzen, in denen die Fasern verschiedenen Verlauf nehmen (Abb. 7).

Betrachtet man die oben beschriebenen Aussparungen mit der Oelimmersion, so zeigen sie sich als unregelmäßig geformte, runde, polygonale, langgezogene, teils faserförmige Gebilde ohne bestimmte Konturen, umgeben von einem feinen hellen Hof, die in die I-P-S des Schmelzes eingelagert sind. Die Grenze des zentralen Schmelzteils gegen den peripheren ist keineswegs geradlinig. Sie zeigt sich unter der Oelimmersion als außerordentlich unregelmäßig buchtenförmig.

Der Zwischenraum der in die Mitte des Dentins sich erstreckenden Schmelzfalte ist mit Zement gefüllt. Die Falte verläuft an der mesialen Seite des Zahnes stark gewellt, distal dagegen ziemlich geradlinig. Auch innerhalb der Falte lassen sich zwei Schichten des Schmelzes, allerdings undeutlich, feststellen.

In diesem Präparat finden sich auch Lamellen, deren Vorkommen D e T e r r a abstreitet. Man sieht sie in den Kurven der Falte als ganz feine, braunschwarze Streifen geradlinig durch den Schmelz ziehen. Auch außerhalb der Falte treten sie vereinzelt auf in dem zentralen Teil der Schmelzbreite. Ein Uebergehen der Lamellen in das Dentin habe ich nicht beobachten können.

Die Zementzellen innerhalb der Schmelzfalte sind auffallend groß, teils lang, teils rund, mit radiären Fortsätzen. Die Zement-Schmelzgrenze ist glatt, doch finden sich stellenweise lakunäre Einbuchtungen mit der konvexen Fläche zum Schmelz, in denen sich Zementsubstanz befindet.

Die Schmelzdentingrenze ist unregelmäßig wellenförmig, doch glatt. Uebergänge von Dentinkanälchen finden nur sehr wenig statt. Die Kanälchen enden spitz ohne sog. Endorgan.

Der V e r t i k a l s c h l i f f durch denselben Prämolaren ist geführt in mesio-distaler Richtung. Man erkennt auf diesem Präparat, daß sich die Schmelzschicht der Falte durch den ganzen Zahn zieht. Auf der einen Seite ist die äußere Schmelzschicht beim Schleifen ganz, auf der anderen Seite nur die periphere Hälfte zertrümmert, worauf die unregelmäßig gestaltete Oberfläche der senkrecht zum Dentin verlaufenden Fasern hinweist.

Der Schmelz besteht auch hier aus zwei Schichten. In der zentralen Hälfte ziehen die Prismen einander parallel senkrecht zum Dentin, um sich in der peripheren Hälfte der Schmelzbreite mannigfach zu kreuzen, wobei sich ebenfalls schwarze, unregelmäßig verteilte Aussparungen umschließen, entsprechend den oben beschriebenen.

In dem Schmelzteil der Falte, der die Kreuzungen der Prismen aufweist, sind einige Schmelzbüschel sichtbar, die stielartig aufsitzen und sich fächerartig auflösen, ohne jedoch in den anderen Schmelzteil überzugehen.

Die im Schmelz dieses Präparates vorkommenden Lamellen lassen sich nicht mit Bestimmtheit in das Dentin hineinverfolgen.

Der Schmelz vom Zahn der Ungulaten.

a. Perissodaktylen.

Das Hauspferd, Equus caballus, gehört zur Familie der Perissodaktylen als Untergruppe der Ungulaten.

Das lophodonte Gebiß von Equus caballus zeigt eine geschlossene Reihe quadratischer Prämolaren und Molaren. Diese sind gleich groß, die Höcker durch Querjoche verbunden und häufig stark schmelzfaltig. Die Kauflächen der unteren Molaren weisen zwei sichelförmige Ränder auf. Die Zahl der Zähne schwankt, das Schema gibt im allgemeinen 44 Zähne an, die sich auf die Kieferhälfte wie folgt verteilen:

I 3/3, C 1/1, P 4/4, 4/3 oder 3/3 und M 3/3.

Die Schneidezähne stehen dicht nebeneinander. Es sind große, starke Zähne mit breiten Kronen. Sie treffen die Antagonisten mit den Kauflächen, wodurch eine mehr oder weniger schnelle Abkauung eintritt. Die ursprüngliche Kaufläche, die eine scharf umrandete, quer ovale, mit Zement gefüllte Grube besitzt, die sog. „Marke, Kunde, Kunne oder Bohne", wird kleiner durch Abkauung und verschwindet bei älteren Tieren ganz.

Zum Schliff gelangte ein oberer, mittlerer Schneidezahn eines etwa 11jährigen Tieres.

Der unbehandelte Incisivus weist bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge eine starke Krümmung der Wurzel auf in labio-lingualer Richtung. Die meißelförmige Krone ist labial von einer stärkeren Schmelzschicht bedeckt als lingual. Vertikal verlaufen etwa ½ –1 mm tiefe Furchen ziemlich parallel, ungleichmäßig lang über den Schmelz. Ebenso finden sich besonders in der Zahnhalsgegend Rinnen, die in wechselnden Abständen nur flach ringförmig um den Zahn gelagert sind, wodurch ein warziges Aussehen der Oberfläche hervorgerufen wird. Stellenweise treten einige gelbe Flecken auf, die durch mechanische Einflüsse nicht zu beseitigen sind. Auf der Kaufläche sieht man die „Kunde" als tiefbraun bis schwarzen, querovalen Streifen. Sie wird von einer schmalen Schmelzschicht umgeben,

die als Ring von blauweißer Farbe erkennbar ist. Es folgt eine dicke Lage Dentin von grau- bis tiefbrauner Farbe, um das sich wieder ein Schmelzring zieht. Die Zementschicht, die den Zahn gegen die Oberfläche abschließt, ist weder makroskopisch, noch mit der Lupe erkennbar.

Der Längsschliff durch die Medianebene des Zahnes läßt makroskopisch die verschiedenen Schichten erkennen, die durch scharfe Grenzen voneinander getrennt sind. Die „Kunde" erscheint als tiefbraune bis schwarze Einstülpung mit apicalwärts gerichteter Konvexität. Der Schmelz ist hell, durchsichtig, mit stellenweiser Braunfärbung. Das Dentin erscheint undurchsichtig silbergrau. An der Oberfläche zeigt sich ein ganz schmaler, dunkler Streifen Zement.

Bei Betrachtung mit der Lupe erweist sich die Zementschicht gleichmäßig durchsetzt mit Zellen, die eine gewisse reihenförmige Anordnung erkennen lassen. Die Zementzellen besitzen teils längliche, teils rundliche Gestalt mit radiären Fortsätzen, die stark wellenförmiges Aussehen haben und sich gegenseitig verflechten. Von der Oberfläche zur Mitte der Zementbreite sowie von hier aus zum Schmelz ziehen in ziemlich regelmäßigen Abständen, gleichlange, einander parallele Saftspalten, Sharpeysche Fasern. Sie haben leicht geschlängelte Form, mit dunklen Rändern und hellem Innern. Die Schmelz-Zementgrenze zeigt zahlreiche Lakunen mit den konvexen Flächen zum Schmelz, in die Zementsubstanz und Zementzellen eingelagert sind.

Der Schmelz ist verhältnismäßig gut verkalkt. Nur in der Mitte der Schmelzbreite, wie an der Peripherie ist je ein Streifen von bräunlicher Farbe sichtbar, der auf mangelhaftere Verkalkung schließen läßt. Die Faserstruktur ist bei der mittleren Vergrößerung gut erkennbar. Die Prismenscheiden sind verhältnismäßig undeutlich, die interprismatische Substanz dagegen deutlich sichtbar. Die Fasern haben in der Peripherie eine Stärke von etwa 3 μ, zentral von nur etwa 2 μ. Die Faserbündel verlaufen ziemlich regelmäßig. Fast senkrecht von der Schmelz-Zementgrenze ziehen sie geradlinig bis etwa zur Mitte der Schmelzbreite. Von hier aus winden sie sich in großem apikal gewundenen Bogen dem Dentin zu.

Die Schmelzlamellen gehen vorwiegend von der Schmelz-Zementgrenze aus und erstrecken sich verschieden tief in den Schmelz hinein. Eine einzige Lamelle habe ich gefunden, die die gesamte Schmelzbreite durchsetzt und die Dentinoberfläche erreicht.

Diese sitzt mit zwei Stielen auf der Schmelzdentingrenze auf, ohne sich in das Dentin hineinzuerstrecken. Nach kurzem Verlauf vereinigen sich die beiden Ansätze, worauf die Lamelle unter Kreuzung der Fasern fibrillenartig gefiedert zum Zement verläuft. Hier endet sie mit breiter Fläche. Ob eine Fortsetzung

der Lamelle in den Zement hinein bestanden hat, kann nicht mehr festgestellt werden, weil an dieser Stelle der Zement zerrissen ist.

In der Nähe der Schmelzdentingrenze lassen sich einzelne Prismen finden, die nicht glatt wie die übrigen, sondern gekörnt sind, was als ein Zeichen mangelhafter Verkalkung anzusehen ist.

Die Schmelzdentingrenze ist unregelmäßig wellenförmig, aber durchaus glatt. Uebergänge von Dentinkanälchen finden nicht statt.

Der Querschnitt durch denselben Zahn, etwa 1½ cm unterhalb der Kaufläche, zeigt wieder die Unterscheidung der einzelnen harten Zahngewebe. An der Oberfläche befindet sich ein schmaler, schwarzer Streifen Zement. Darauf folgt eine helle, gleichmäßig mit braunen Bändern durchzogene Schmelzschicht und silbergraues Dentin.

Die Zementzellen gleichen genau denen des Vertikalschliffes. Sie sind gleichmäßig verteilt über die gesamte Zementbreite. Bemerkenswert ist auf diesem Horizontalschliff die außerordentlich große Zahl von Schmelzlamellen und Schmelzbüscheln. Eine Menge kleiner, einander parallel gerichteter, gleichlanger Schmelzbüschel sitzt teils breit, teils mit Stiel auf der Schmelzdentingrenze auf. Hierbei findet man, daß sich jeweils in die Büschel wie in die Lamellen ein in den Schmelz übertretendes Dentinkanälchen erstreckt, wodurch ein Dentinanteil der Lamellen und Büschel vorgetäuscht wird.

Die Lamellen durchdringen sowohl von der Zement- als auch der Dentingrenze aus mehr oder weniger tief die Schmelzbreite. Die feine Fiederung der Lamellen ist deutlich sichtbar.

Parallel zur Oberfläche ziehen zahllose Streifen des Retzius durch den Schmelz als breite Bänder.

Der Längsschliff durch den unteren, mittleren Milchschneidezahn eines jungen Fohlens zeigt makroskopisch eine helle Schmelzschicht, durchsetzt von abwechselnd breiten braunen und hellen durchsichtigen Streifen, die senkrecht zur Peripherie stehen. Palatinal ist der Schmelz noch stellenweise bedeckt von einer doppelt konturierten Zementschicht, die an sich farblos, an den Rändern aber schwarze Kanten zeigt. Labial ist diese Schicht zertrümmert. Auf den peripheren Schmelz folgt eine breite Schicht silbergrauen Dentins. Die „Kunde" zeigt sich als halbellipsenförmige Zementschicht von graubrauner Farbe, mit der konvexen Fläche zum Zahninnern. Umgeben wird sie von einer schmalen Schmelzschicht.

Die Zementoberfläche ist leicht wellenförmig, aber glatt. Die Zementzellen sind vornehmlich in zwei breiten Zügen etwa parallel zur Oberfläche angeordnet, der eine an der Schmelz-Zementgrenze, der andere etwa in der Mitte der Zementbreite (Abb. 8). Dort wo der periphere Streifen die Oberfläche er-

reicht, treten Ausbuchtungen zutage, ähnlich den Perikymatien. An der Zementschmelzgrenze finden sich deutliche Lakunen, in denen bei stärkerer Vergrößerung Zementzellen zu finden sind (Abb. 9). Sie haben, wie in dem zentralen Streifen, überhaupt rundliche Gestalt, während in den peripheren die langgezogenen, elliptischen Zellen überwiegen. Allen gemeinsam sind die radiären Fortsätze, die sich teilweise noch wieder verzweigen und dadurch ein inniges Flechtwerk bilden. Hier hindurch ziehen die Sharpeyschen Fasern, die verschieden lang, sich in unbestimmten Abständen voneinander, leicht wellenförmig in den Zement erstrecken in annähernd paralleler Richtung von der Peripherie ausgehend zum Zentrum. Sie entspringen in unbestimmter Tiefe teils an der Oberfläche, teils in der Mitte der Zementbreite (Abb. 10). Senkrecht zu ihnen etwa parallel zur Oberfläche ziehen zahllose, feine dunkle Streifen stark gewellt über den Zement, entsprechend den Parallelstreifen des Retzius beim Schmelz.

Der Schmelz ist stark durchsetzt von braunen Schichten, was auf mangelhafte Verkalkung hinweist. Am wenigsten verkalkt ist die Mitte der Schmelzbreite, schon makroskopisch an der Braunfärbung kenntlich. Die Faserstruktur des Schmelzes ist deutlich. In den hellen Zonen ziehen die Faserbündel nur leicht gewellt von der Zementgrenze zentralwärts. In den dunklen dagegen lassen sich Kreuzungen sowie Verflechtungen feststellen. Etwa senkrecht zur Zementoberfläche ziehen die Prismen bis zur Mitte der Schmelzbreite und von hier in Wellenlinien bis zum zentralen Drittel der Schmelzbreite, von wo aus alle Fasern parallel laufen, um das Dentin unter etwa 60^0 zu erreichen.

Die einzelnen Prismen, die an der Peripherie eine Stärke von etwa 3 μ, zentral von etwa 2 3 μ besitzen, sind deutlich begrenzt von schmalen, schwarzen Streifen, den sog. Prismenscheiden, die wieder von hellen Streifen, den Prismen gleichstark, umschlossen werden.

Auffällig bei diesem Schliff ist, daß sich in die mangelhaft verkalkten Knäuel dunkle Fibrillen ziehen, die als Stiele von Schmelzbüscheln gedeutet werden könnten. Bei der stärksten Vergrößerung erkennt man jedoch, daß die Prismen wohl büschelförmig angeordnet sind, doch sind die vermeintlichen Stiele weiter nichts als Uebergänge von Dentinkanälchen in den Schmelz, die sich tief in die interprismatische Substanz erstrecken, ohne ein sichtbares sog. Endorgan.

Die Schmelzdentingrenze ist stellenweis wellenförmig mit kleinen Buchten. Dentinkanälchen treten zahlreich in den Schmelz über, und verlaufen dort interprismatisch, sowie unter Kreuzung der Faserbündel. Sie enden spitz.

Der Querschliff durch denselben Zahn, etwa 4 mm unter der Oberfläche, ist an der Approximalfläche schräg getroffen, so daß die Schmelzprismen quer getroffen wurden.

Die Zementstruktur entspricht dem oben geschilderten Längsschliff. Die Schmelz-Zementgrenze ist lakunenförmig. Von ihr und der Dentinoberfläche gehen zahlreiche Schmelzbüschel aus, die stielförmig aufsitzen und unter fächerförmiger Aufteilung ziemlich gleichmäßig etwa im ersten Drittel der entsprechenden Schmelzbreite enden. Uebergänge der Büschel in das Dentin oder den Zement sind nicht zu finden.

Die Lamellen, die aus einzelnen, leicht gewundenen Fibrillen bestehen, lassen sich ein kurzes Stück ins Dentin verfolgen. Auch hier wieder läßt sich beobachten, daß Dentinkanälchen die Schmelzdentingrenze passieren und sich weit in die Lamellen erstrecken. Die Lamellen ziehen nicht alle durch die gesamte Schmelzbreite, sondern enden vorher innerhalb des Schmelzes.

Die Schmelzdentingrenze ist glatt, nur stellenweise undeutlich. Die Dentinkanälchen treten hier so auffallend zahlreich in den Schmelz über, daß man eine scharfe Grenze nicht mehr erkennen kann. Sie erstrecken sich mehr oder weniger tief in den Schmelz hinein, ohne Rücksicht auf den Verlauf der Schmelzprismen. Ein besonderes sog. Endorgan ist nicht feststellbar.

Die quergetroffenen Prismen liegen zu Ketten angeordnet. Sie haben an der Zementgrenze mehr oder weniger elliptische runde Gestalt, die je näher zum Dentin, desto mehr rechteckig bis quadratisch wird. Die einzelnen Prismen sind umgeben von deutlichen dunklen Prismenscheiden und hell erscheinender I-P-S, die etwa dieselbe Stärke besitzt wie die Prismen.

b. Artiodaktylen.

Die Paarzeher, Artiodactyla, haben kleine Prämolaren und große Molaren. Die Zahl der Zähne ist fast konstant 44. Sie haben vollkommen entwickeltes Gebiß mit der Formel:

$$I\,\frac{2—3}{2—3}\quad C\,1/1,\ P\,4/3,\ M\,3/4.$$

Gruppe der Nonruminantier.

Beim Hausschwein, Sus domesticus, kann das permanente Gebiß in allen Teilen, mit Ausnahme der Eckzähne Reduktion erleiden. Das Zahnschema weist im allgemeinen auf:

I 3/3, C 1/1, P 4/4, M 3/3.

Die im Kiefer fast horizontal gestellten Schneidezähne haben im Querschnitt quadratische Gestalt mit ausgesprochener Kantenbildung. An den Kanten befinden sich vertikale Schmelzleisten. Die Zahnkrone wird vollkommen von Schmelz umhüllt, um den sich ein feiner Zementmantel legt.

Die Eckzähne sind stark dreikantig. Sie sind nach außen gekrümmt und ragen weit über die Zahnreihe hinaus.

Die Backzähne sind schmelzfaltig. Die Molaren zeigen vier halbmondförmige Höcker.

Der den Schliff liefernde untere Schneidezahn trägt am Zahnhals dunkelbraun bis schwarze Farbbeläge, die mechanisch

entfernbar sind. Den Schmelz entlang ziehen zahlreiche flache, vertikale Kurven in wechselnden Abständen. Außerdem ziehen ringförmig um den Zahn herum äußerst feine Schmelzwülstchen, wodurch ein warziges Aussehen der Oberfläche hervorgerufen wird.

Der Schmelz des unbehandelten unteren Incisivus zeichnet sich beim Betrachten mit unbewaffnetem Auge durch gleichmäßig braune Farbe aus. Die Oberfläche ist nur lingual erhalten und stark wellenförmig. Das Dentin erscheint heil- bis silbergrau.

Unter der Lupe zeigen sich zahlreiche Retziusstreifen, die in wechselnden Abständen ziemlich parallel zueinander den Schmelz durchziehen unter einem Winkel von 10° zur Oberfläche. An der lingualen Seite, weniger deutlich an der labialen, läßt sich erkennen, daß mehrere einzelne Streifen zu einem Bündel gehören, das von dem nächsten jeweils durch einen intensiveren Streifen getrennt ist. Diese Bündel weisen an der Schneidekante eine größere Breite auf, als an den Seiten des Zahnes. An den Stellen, an denen sie die Oberfläche erreichen, treten deutlich sichtbare, äußerlich tastbare Ausbuchtungen auf, die Perikymatien.

Die feinere Struktur des Schmelzes ist nur mit der stärksten Vergrößerung erkennbar, weil die Prismen auffallend fein sind. Sie haben peripher eine Stärke von etwa 3 μ, zentral nur von 1,5 2 μ. Die Prismenscheiden, sowie die I-P-S sind nur undeutlich ausgeprägt. Die Prismen sind nicht einfache geradlinige Säulen, sondern sie besitzen mehr oder weniger gebuchtete, zuweilen sogar rechteckige Aussparungen.

Zonien habe ich nicht gefunden, wohl aber Schichten mit verschiedenem Verlauf der Faserbündel, die auf das Vorhandensein von Zonien schließen lassen.

Die Fasern stoßen senkrecht auf die Oberfläche auf, wenden sich dann schichtenweise entweder in großem apicalwärts geschwungenen Bogen unter Kreuzungen und Verflechtungen dem Dentin zu oder sie ziehen leicht wellenförmig direkt zum Dentin. An der Kaufläche findet sich eine Stelle, an der die Faserbündel von der approximalen Seite kommend parallel zur Schmelzdentingrenze ziehen unter mannigfachen Kreuzungen und Verflechtungen der senkrecht darauf stoßenden Prismen von der Peripherie der Kaufläche.

Die Prismen weisen Querstreifungen auf, die sich als breite dunkle Bänder über mehrere Fasern erstrecken.

Zahlreich durchziehen von der Oberfläche zum Dentin die Schmelzlamellen die Schmelzbreite, ohne jedoch alle die Dentinoberfläche zu erreichen. Bei einzelnen läßt sich ein Dentinanteil von etwa 5 μ feststellen. An der Kaufläche lassen sich die Lamellen jeweils nur kurze Strecken verfolgen. Sie kommen plötzlich aus der Tiefe und verschwinden dort auch wieder nach

kurzem Verlauf in der Schliffebene. Ihre feingefiederte fibrillenartige Struktur ist deutlich erkennbar.

Eine scharfe Schmelzdentingrenze befindet sich nur an den Approximalflächen. Hier verläuft sie in Wellenlinien, doch durchaus glatt. An der Kaufläche dagegen tritt eine innige Mischung von Dentinkanälchen und Prismen auf, die eine eigentliche Grenze nicht mehr erkennen lassen. Hier finden sich auch zahlreiche fächerartige Aufteilungen der Dentinkanälchen, die mit Schmelzbüscheln große Aehnlichkeit haben. An den Approximalseiten ist kein Uebergang von Dentinkanälchen feststellbar.

Der Querschliff desselben Zahnes 8 mm unterhalb der Kaufläche geführt, läßt deutlich die Kantenbildung erkennen, sowie die quadratische Form des Zahnes. Der Schmelz hebt sich als diffus braungefärbte Schicht von etwa 2 mm Stärke gegen das graue Dentin ab. Bei Betrachtung des Schliffes mit unbewaffnetem Auge, lassen sich dunkle Streifen in der zentralen Hälfte der Schmelzbreite feststellen, die leicht wellenförmig, parallel zur Dentingrenze verlaufen.

Unter der Lupe erscheinen diese Streifen als Retziusstreifen, die als breite Bänder über den Schmelz ziehen. Bei stärkster Vergrößerung lassen sich noch feinere Parallelstreifen zwischen den intensiv gefärbten erkennen. Die Schmelzoberfläche ist bis auf kleine Brüchstücke zertrümmert.

Die Schmelzstruktur ist bei der außerordentlichen Feinheit der Fasern nur undeutlich erkennbar, doch stellenweise ist die I-P-S wie die Prismenscheide deutlich sichtbar. Auch hier läßt sich feststellen, wie beim Längsschliff, daß die Prismen nicht geradlinige Säulen darstellen, sondern wellenförmigem Verlauf der Scheiden entsprechen Buchten und Erhabenheiten der Prismen.

Die Faserbündel verlaufen stark wellenförmig durch die Schmelzbreite; doch läßt sich nicht feststellen, ob sie alle in einer Ebene liegen. Dabei ist eine fächerartige Anordnung der Prismen nicht zu übersehen.

An der Schmelzdentingrenze sind zahlreiche Uebergänge von Dentinkanälchen in den Schmelz sichtbar, die ohne sog. Endorgan spitz in der I-P-S auslaufen.

Die Schmelzdentingrenze ist stark gewellt und enthält an manchen Stellen lakunenförmige Einbuchtungen.

Der Querschliff der Schmelzprismen ist hergestellt worden durch Schleifen der labialen Schmelzfläche parallel zur Oberfläche etwa 5 mm unter der Kaufläche des oben beschriebenen Zahnes. Infolge der Zusammenhaltlosigkeit der Schmelzprismen sind nur Bruchstücke erhalten.

An einem dieser Bruchstücke befindet sich eine Zementpartie, ein Zeichen dafür, daß am Horizontalschliff wie Vertikalschliff die Zementschichten beim Schleifen verloren gingen.

Die hier vorgefundene Zementschicht ist gleichmäßig durchsetzt von dunkelbraun bis schwarzen Flecken, den Zementzellen. Sie haben runde, ovale auch polygonale Gestalt mit radiären Fortsätzen, die sich unregelmäßig winden und verzweigen zu einem Flechtwerk. In der Mitte des Präparates ziehen auffallend regelmäßig parallele Sharpeysche Fasern ganz leicht geschlängelt, mit dunklen Rändern und hellem Innern.

Die quergetroffenen Prismen stehen einzeln in der sie umgebenden I-P-S. Sie sind zu Zonien angeordnet. Das einzelne Prisma weist einen doppelt konturierten Rand auf, der von dem des nächsten Prisma getrennt ist durch einen hellen Saum. Die Prismen haben mehr oder weniger runde bis ovale Gestalt, jedenfalls habe ich kein polygonales feststellen können.

Gruppe der Ruminantier.

Die Ruminantier haben unvollständige Bezahnung:
I 0/3, C 0/1, (1/1), P 3/3, M 3/3.

Die Ruminantier haben im Oberkiefer keine Schneidezähne und selten Eckzähne. Diese haben im Unterkiefer vollkommen ihren caninen Charakter verloren und die Form und Stellung der Incisivi angenommen. Die Prämolaren sind meist ein- bis zweilappig. Sie zeigen wie die Molaren selenodonten Typus, d. h. an die Stelle der Tubercula sind halbmondförmige Höcker getreten.

Beim Ochsen, Bos taurus, liegen die Incisivi fast horizontal und haben spatel- oder schaufelförmige Gestalt. Der Caninus unterscheidet sich durch nichts von den Schneidezähnen. Die Prämolaren und Molaren stehen in geschlossener Reihe, die von den Vorderzähnen durch eine große Lücke getrennt sind. Sie haben ausgesprochen prismatische Form, wobei die Wurzeln sich erst spät schließen. Wie bei den Nagezähnen bleibt die Krone trotz der Abkauung gleichlang, sie wächst nach. Die Zähne sind groß mit akzessorischen Säulen und Schmelzfaltung. Die Zwischenräume der Schmelzzylinder sind mit Zement gefüllt.

Betrachtet man den unbehandelten Zahn, in diesem Fall den ersten unteren Incisivus eines etwa 5jährigen Hausochsen, Bos taurus, aus der Familie der Ruminantier, so fällt seine typische Schaufelform auf. Lingual ist der Zahn stark abgekaut, während labial eine gelblichweiß erscheinende Schmelzschicht erkennbar ist. Auf ihr ziehen, unregelmäßig in Länge und Abstand zahlreiche feine, oberflächliche Vertikalfurchen, sowie in der Zahnhalsgegend nur ganz schwach angedeutete Perikymatien horizontal um den Zahn.

Der Vertikalschliff, geführt durch die Medianebene dieses Zahnes, zeigt makroskopisch eine deutliche Trennung in Schmelz und Dentin. Die labiale Schmelzschicht, von etwa 2—3 mm Stärke, erscheint ziemlich gleichmäßig braun, zeigt aber an der Peripherie eine unregelmäßige Oberfläche und einen

tiefbraunen Streifen am Rande, die Dentinschicht ist undurchsichtig grau.

Der Schmelz des Ochsen ist umgeben von einer Zementschicht, die sich leider bei meinem Präparat zum größten Teil gelöst hat.

Die Zementoberfläche ist unregelmäßig wellenförmig. Die Zementzellen durchsetzen mit ihren radiären Fortsätzen gleichmäßig die gesamte Zementbreite. Sharpeysche Fasern habe ich in dem erhaltenen Teil nicht erkennen können. Die Grenze gegen den Schmelz verläuft in Wellenlinien und besitzt außerordentlich langgezogene flache lakunäre Einbuchtungen, in die Zementzellen wie Zementsubstanz eingelagert sind.

Der Schmelz zeigt an der labialen Seite eine gleichmäßige Braunfärbung, an der palatinalen dagegen im wesentlichen vier Farbtönungen. Das periphere Drittel der Schmelzbreite ist zentral hellbraun, an der Oberfläche tief dunkelbraun, das mittlere Drittel ist etwas stärker, das zentrale weniger braun gefärbt.

Durch den Schmelz ziehen zahlreiche Retziusstreifen als breite, dunkle Bänder.

Bei mittlerer Vergrößerung erweist sich der Schmelz als sehr strukturarm. Die einzelnen Faserbündel sind nur schwer unterscheidbar, ein Zeichen guter Verkalkung. Die oben erwähnte Braunfärbung ist also auf die Dichte des Schliffes zurückzuführen. Die Prismenscheiden, wie die I-P-S, sind nur undeutlich sichtbar, trotzdem läßt sich erkennen, daß die Scheiden nicht geradlinig, sondern wellenförmig verlaufen.

Die Faserbündel ziehen auffallend regelmäßig parallel. Nur stellenweis wird eine Kreuzung der Fasern beobachtet. Von der Oberfläche senkrecht verlaufen die Prismen ganz leicht wellenförmig bis zum zentralen Drittel. Von hier aus wenden sie sich geradlinig dentinwärts unter einem Winkel von etwa 60° zur Oberfläche, biegen jedoch kurz vor dem Auftreffen auf die Dentingrenze kronenwärts um, sodaß sie diese etwa senkrecht erreichen.

Bei mittlerer Vergrößerung ist eine Querstreifung der Prismen feststellbar, die bei stärkerer Vergrößerung undeutlicher wird.

Die Schmelzlamellen gehen vorwiegend von der Oberfläche aus und enden in der Mehrzahl innerhalb des Schmelzes vor Erreichen der Dentingrenze. Dentinanteile konnte ich nicht feststellen. Ihr fibrillärer Charakter ist deutlich erkennbar. Auffällig ist bei den Endigungen der Lamellen innerhalb der Schmelzbreite, daß sich ein kleiner weiß erscheinender Bezirk äußerst strukturarm, ja fast homogenen Schmelzes um das Ende der Lamelle legt, der auf der Transparenz des Schmelzes beruht (Abb. 11).

Die Schmelzdentingrenze verläuft unregelmäßig wellenförmig.

Es finden zahlreiche Uebergänge von Dentinkanälchen statt, die spitz in der I-P-S enden.

Die Prismen haben zentral eine Stärke von etwa 2—3 μ und peripher von etwa 4—5 μ.

Auf dem Horizontalschliff durch denselben Zahn in halber Kronenhöhe ging die Zementschicht größtenteils verloren, bzw. löste sich los. In dem erhaltenen Teil, der eine ziemlich glatte Oberfläche besitzt, durchsetzen die Zementzellen gleichmäßig die Zementbreite. Die Zellen sind teils rund, teils länglich mit radiären Fasern. Die Zementschmelzgrenze ist außerordentlich unregelmäßig wellenförmig und vorwiegend glatt. Stellenweis finden sich lakunäre Einbuchtungen, in die Zementzellen wie Zementsubstanz eingelagert sind.

Der Schmelz ist gleichmäßig hellbraun gefärbt. An der Zementschmelzgrenze befindet sich ein intensiv brauner fast schwarzer Rand.

Ziemlich parallel zur Oberfläche ziehen zahlreiche auffallend feine Retziusstreifen, die leicht gewellt zu einer Querstreifung der Prismen führen.

Die Faserstruktur des Schmelzes ist deutlich erkennbar, obwohl die Prismenscheiden und Kittsubstanz nur schwach ausgeprägt sind. Die Scheiden erscheinen wellenförmig, nicht gerade.

Die Prismen verlaufen bis etwa zur Mitte der Schmelzbreite senkrecht zur Peripherie. Von hier aus verlieren sie sich in zahllosen Windungen, um schließlich senkrecht die Dentinoberfläche zu erreichen.

Durch den Schmelz ziehen zahlreiche Lamellen, die vorwiegend von der Oberfläche ausgehen. Sie ziehen ohne Rücksicht auf den Prismenverlauf, ohne jedoch die Dentinoberfläche zu erreichen. Ihr feinfaseriger fibrillärer Charakter ist deutlich erkennbar.

Eine scharf ausgeprägte Schmelzdentingrenze ist nicht vorhanden. Zahlreiche Dentinkanälchen erstrecken sich verschieden tief in den Schmelz hinein ohne ein sog. Endorgan.

Einen Querschliff der Prismen herzustellen, ist mir nicht gelungen.

Die Ovinae, Schafe, Ziegen, gehören ebenfalls zur Familie der Ruminantier. Ihr Gebiß zeichnet sich durch weniger hypselodonte Zähne aus. Die Sichelgruben sind sehr schmal und der Mangel des akzessorischen Schmelzzylinders unterscheidet sie von den Antilopinen und Boviden.

Der zum Schliff verwandte untere Schneidezahn eines etwa einjährigen Schafes hat distal einen anhängenden Zahnlappen. Die Farbe des Zahnes ist blauweiß. Ueber den Schmelz verlaufen einige Vertikalfurchen, sowie ganz feine tastbare Schmelzwülstchen, die sich ringförmig um den Zahn herumlegen. Die Schneidekante ist wenig abgekaut.

Auf dem Schliff vertikal durch die Medianebene hebt sich der Schmelz als heller Streifen ab, der labial breiter ist als lingual. Das Dentin erscheint grau.

Unter dem Mikroskop zeichnet sich der Schmelz durch eine auffallend helle, ganz leicht bräunliche Färbung aus, sowie durch außerordentliche Strukturarmut.

Die Oberfläche ist, soweit erhalten, ganz leicht gewellt, sonst bis auf einige lakunäre Einbuchtungen an der Schneidekante labial, glatt.

Die Prismen verlaufen ziemlich gleichmäßig. Sie haben dunkle Farbe ohne deutlich sichtbare Prismenscheide. Ihre Oberfläche ist leicht gewellt. Senkrecht zur Peripherie ziehen die Faserbündel parallel zur Mitte der Schmelzbreite, um dann sich in großem Bogen wurzelwärts zu wenden und die Dentingrenze unter einem Winkel von etwa 60° zu erreichen.

Zonien sind nicht sichtbar, wohl aber Schichten schräg getroffener Prismen, die auf das Vorhandensein von Zonien schließen lassen.

Die Prismen haben an der Peripherie eine Stärke von etwa 3 μ, zentral von etwa 2 μ. Die interprismatische Substanz erscheint als heller Streifen, der zentral etwa 1 μ und peripher etwa 2—2,5 μ breit ist.

Die Lamellen ziehen von der Oberfläche des Schmelzes zentralwärts, ohne jedoch alle die Dentingrenze zu erreichen. Sie enden ziemlich gleichmäßig in der peripheren Hälfte der Schmelzbreite. Die wenigen Lamellen, die die gesamte Schmelzbreite durchziehen, lassen sich nicht in das Dentin hinein verfolgen. Sie zeigen deutlich Fiederungen und Verzweigungen und durchsetzen selbständig den Schmelz ohne Rücksicht auf den Verlauf der Prismen.

Die Schmelzdentingrenze verläuft gering wellenförmig. Sie zeigt zahlreiche Uebergänge von Dentinkanälchen, die sich etwa 20—30 μ tief in den Schmelz hineinerstrecken und teils spitz ohne Endorgan in der I-P-S enden, teils innerhalb des Schmelzes noch Seitenäste abgeben. Die in den Schmelz übergetretenen Kanälchen weisen dunkel konturierte Ränder und hellen Innenraum auf.

Auf dem Horizontalschliff desselben Zahnes, 2 mm unter der Fissur des Lappens, zeigt der Schmelz makroskopisch einen peripheren, tief braunen Rand. Das Dentin erscheint silbergrau.

Die Schmelzstruktur ist nur undeutlich erkennbar. Die Faserbündel kennzeichnen sich unter dem Mikroskop bei mittlerer bis stärkster Vergrößerung als mehr oder weniger graue bis braune Streifen, in denen stellenweise schwarze Prismenscheiden erkennbar sind. Diese Scheiden verlaufen nicht geradlinig, sondern unregelmäßig wellenförmig.

Die Prismen verlaufen teils in großem Bogen, teils wellenförmig durch die Schmelzbreite, wobei eine Kreuzung und Verflechtung der Fasern auftritt, die schräg getroffene Prismen zeigt.

Die Oberfläche des Schmelzes ist ganz leicht gewellt, teilweise seicht lakunenförmig.

Schmelzlamellen ziehen fein gefiedert sowohl von der Peripherie als auch von der Dentingrenze in den Schmelz hinein, ohne jedoch alle die gesamte Schmelzbreite zu durchsetzen. An der Dentingrenze ist eine Lamelle zu finden, die sich zweifelsfrei in das Dentin hinein erstreckt. Die Lamellen verlaufen im Schmelz ohne Rücksicht auf die Prismen.

Die Schmelzdentingrenze verläuft in ganz schwachen Wellenlinien, aber durchaus glatt. Zahlreiche Uebergänge von Dentinkanälchen in den Schmelz hinein lassen sich finden, die ohne ein typisches Endorgan sich in die I-P-S erstrecken und dort spitz auslaufen.

Der Querschliff der Prismen ist durch einen Transversalschliff gewonnen worden in mesio-distaler Richtung. Eine genaue Lokalisationsangabe des verbliebenen Bruchstückes ist nicht mehr möglich. Auf dem Schliff sind sowohl längs-, quer- als auch schräggetroffene Prismen erkennbar. Die quergetroffenen Faserbündel zeigen sich als Diazonien. Ihre Form ist deutlich oval, rund, jedenfalls ist kein polygonaler Querschnitt gefunden worden. Die I-P-S wie die Prismenscheiden sind nur stellenweis deutlich sichtbar (Abb. 12). An Stellen mit nicht einwandfreiem Querschnitt der Prismen, sind diese schuppenförmig aneinander gelagert.

Den von Kronfeld beschriebenen Zement am Schafzahn habe ich trotz eifrigen Suchens an verschiedenen Schliffen nicht feststellen können.

Schliffe vom Zahn der Catarrhini.

Gruppe der Cereopithecidae.

Das Gebiß der Affen besitzt in jedem Kiefer vier meißelförmige Schneidezähne, die wie beim Menschen in geschlossener Reihe stehen. Die stets konischen Eckzähne springen mehr oder weniger stark hervor. Die stumpfhöckrigen Backzähne weisen auf die vorherrschende frugivore Nahrung hin.

Beim Macacus stehen namentlich im Oberkiefer die Schneidezähne schief nach vorn, von denen die mittleren die größeren sind. Zwischen den Incisivi und dem Eckzahn besteht ein Diastema. Der Caninus ist im Durchschnitt dreieckig und zeigt eine scharf nach hinten gerichtete Leiste, sowie eine tiefe Furche auf der labialen Seite. Die Prämolaren im Oberkiefer sind dreiwurzelig, im Unterkiefer zweiwurzelig. Die Molaren besitzen 4—5 Höcker. Der dritte Molar ist der größte mit 5 Höckern.

Der zum Schliff verwandte untere Incisivus eines jungen Tieres besitzt eine meißelförmige Krone von gelblichweißer Farbe. Die anatomische Zahnkrone ist umgeben von Schmelz und in diesem Fall an der Schneidekante abgekaut. Die Oberfläche des Zahnes ist äußerst uneben. Stufenförmig in fast regelmäßigen Abständen ziehen die Perikymatien um den Zahn.

Betrachtet man den Vertikalschliff durch die Medianebene dieses Zahnes mit unbewaffnetem Auge, so hebt sich der Schmelz als heller, transparenter Streifen vom grauen Dentin ab.

Unter der Lupe erkennt man ganz leicht angedeutete Parallelstreifen des Retzius, die als breite Bänder den Schmelz durchziehen. Im peripheren Fünftel der Schmelzbreite sind die Streifen deutlich ausgeprägt. Hier sieht man auch, daß einer jeden Breite des Retziusstreifens eine an der Oberfläche gut erkennbare Stufe entspricht. Die Streifen ziehen über den Schmelz unter einem Winkel von etwa 10—20° zur Oberfläche.

Die Faserstruktur des gut verkalkten Schmelzes ist nur undeutlich erkennbar. Die Prismenscheiden sind nur schwach ausgeprägt.

Die Prismen ziehen anfangs fast senkrecht zur Peripherie, dann ganz leicht wurzelwärts gekrümmt zum Dentin, das sie unter einem Winkel von etwa 75° erreichen. Zonien habe ich nicht finden können.

Bei mittlerer Vergrößerung ist eine Querstreifung der Prismen erkennbar, die sich über mehrere Fasern erstreckt, aber bei stärkster Vergrößerung sehr undeutlich wird.

Die Prismen haben zentral eine Stärke von etwa 2—3 μ, peripher von etwa 3—4 μ.

Lamellen sind äußerst selten. Sie ziehen sowohl von der Oberfläche wie von der Dentingrenze aus, ohne alle die gesamte Schmelzbreite zu durchsetzen. Mit Sicherheit läßt sich kein Dentinanteil der Lamellen feststellen. Ihre feinfaserige Struktur ist deutlich sichtbar. Sie verlaufen sowohl interprismatisch als auch unter Kreuzung der Faserbündel.

Die Schmelzdentingrenze ist unregelmäßg wellenförmig mit Spitzen und Gruben, deren Konvexität dem Dentin zu gerichtet ist; doch nicht so ausgesprochen wie beim Menschen. Die Dentinkanälchen enden verschieden tief im Schmelz ohne ein besonderes Endorgan teilweise unter Kreuzung der Prismen.

Der Horizontalschliff durch denselben Zahn, etwa 3 mm über dem Zahnhals förderte nur Bruchstücke vom Schmelz zutage. In dem erhaltenen Teil hebt sich rein makroskopisch der Schmelz als heller Streifen vom Dentin ab, der im peripheren Drittel eine Braunfärbung aufweist.

In dieser Zone lassen sich bei mittlerer Vergrößerung deutlich ausgeprägte Prismenscheiden, sowie interprismatische Substanz

feststellen, während in dem helleren Teil von einer Strukturarmut des Schmelzes gesprochen werden kann.

Die Faserbündel verlaufen senkrecht zur Oberfläche, um bald unter Kreuzung und Verflechtung das Dentin unter 90° zu erreichen. Bei der Kreuzung wendet sich ein Teil der Prismen im Bogen nach mesial, der andere nach distal.

Die fibrillenartigen Lamellen ziehen von der Peripherie zur Dentinoberfläche, ohne sich jedoch in das Dentin fortzusetzen.

Die Schmelzdentingrenze verläuft stark wellenförmig mit zahlreichen Gruben und Spitzen. Es finden sich hier in großer Zahl Uebergänge von Dentinkanälchen in den Schmelz, die dort mit kolbenförmiger oder knopfförmiger Verdickung enden.

Zur Darstellung der Querschliffe der Schmelzprismen führte ich einen Transversalschliff in mesio-distaler Richtung aus, an einem ersten Molaren dicht unter der Fissur.

Auf diesem Schliff finden sich zahlreiche Retziusstreifen, die als breite dunkle Bänder über den Schmelz ziehen.

An der wellenförmigen Schmelzdentingrenze finden zahlreiche Uebergänge von Dentinkanälchen statt, die knopfförmig enden. Die Schmelzbüschel zeigen einen zopfartig gedrehten Stiel und deutlich fächerförmige Aufteilung.

Die Prismen sind zu Zonien angeordnet. In den Diazonien sind die quer getroffenen Faserbündel schuppenförmig aneinander gelagert. Sie haben runde, ovale Gestalt; doch scheint es sich nicht um einen reinen Querschliff der Prismen zu handeln.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Faßt man nun die Ergebnisse der Arbeit zusammen, so ist im Prinzip der Schmelz bei allen untersuchten Gruppen gleich. Abweichungen meiner Deutungen von denen anderer Autoren habe ich vor allen Dingen beim Kaninchen gefunden und beschrieben. Auch die Zementschicht beim Schaf, von der Kronfeld gesprochen hat, zu finden, ist mir nicht gelungen. Die Frage des Dentinanteils der Lamellen lasse ich offen. Teilweise habe ich ihn feststellen können, teils auch nicht. Beim Schwein z. B. ließen sich Lamellen bis 5 μ tief ins Dentin hinein verfolgen. Daß es sich auch hierbei um optische Täuschungen handelt, wie W. Meyer annimmt, kann ich nicht glauben.

Vergleicht man den Schmelz der einzelnen untersuchten Säugetiere mit dem des Menschen, so weist die Oberfläche des Hundezahnes keine Perikymatien auf. Die Parallelstreifen des Retzius wie die Querstreifung der Prismen sind beim Hunde bedeutend schwächer ausgeprägt als beim Menschen. Schmelzlamellen ließen sich im Gegensatz zum Menschen nur äußerst selten finden. Sie besitzen hier wie dort fibrillären Charakter und entspringen vorwiegend an der Oberfläche des Schmelzes. Schmelzbüschel fehlen dem von mir untersuchten Material beim Hunde. Während die Prismen hier ganz leicht gewellt verlaufen,

sind beim Menschen starke Kreuzungen und Verflechtungen erkennbar. Bei beiden treten Zonien im Längsschliff auf, die quer- bis schräg getroffene Prismen enthalten. Die Prismen haben hier wie dort sechseckige Gestalt und sind von Prismenscheiden umgeben. Zwischen den Scheiden findet sich beim Hund stellenweis eine besonders deutliche I-P-S. Die Stärke der Prismen des Hundes wie des Menschen ist gleich. Die Dentinoberfläche ist im Gegensatz zu der stark gebuchteten menschlichen beim Hund durchaus glatt. Die in den Schmelz übertretenden Dentinkanälchen enden nicht wie beim Menschen mit kolbenförmigem Fortsatz, sondern laufen spitz aus.

Der Schmelz des Kaninchens scheint, soweit das untersuchte Material einen allgemeingültigen Schluß erlaubt, besser verkalkt zu sein, als der des Menschen. Auch beim Lepus timidus finden sich Perikymatien an der Oberfläche des Schmelzes. Im Gegensatz zum Menschen, bei dem die Zonien fast senkrecht zur Peripherie verlaufen, ziehen sie beim Kaninchen unter 60° zur Oberfläche. Die Schmelzdentingrenze ist im Gegensatz zum Menschen durchaus glatt. Lamellen sind beim Kaninchen äußerst selten. Ihr Fibrillencharakter ist nicht erkennbar. Die Schmelzbüschel dagegen zeigen, wie beim Menschen, zopfartigen Stiel und feine Fiederung. Der Hauptunterschied des Kaninchenschmelzes gegen den menschlichen besteht in der ausgesprochenen Bildung zweier Schmelzschichten, sowie der Ausbildung einer Schmelzfalte, an Stelle der Höcker. Die Prismen des Lepus timidus sind kleiner als die des Menschen.

Beim Pferd findet sich an der Oberfläche des Zahnes eine feine Zementschicht, sowie in der Mitte der Kaufläche die sog. „Kunde", die dem Menschenzahne fehlen. Die Schmelz-Zementgrenze weist zahlreiche lakunäre Einbuchtungen auf, deren Konvexität dem Dentin zuneigt. Lamellen, Schmelzbüschel sowie Retziusstreifen sind wie beim Menschen. Die Prismen des größeren Pferdezahnes sind bedeutend feiner als beim Menschen. Zonien sind nicht beobachtet worden.

Auch der Schweinezahn ist im Gegensatz zum menschlichen von einer äußerst feinen Zementschicht bedeckt. Perikymatien, Querstreifung sowie Parallelstreifen des Retzius und fein gefiederte Lamellen zeigen dieselbe Struktur wie beim Menschen. Dagegen fehlen den von mir untersuchten Schweinezähnen Schmelzbüschel. Die Dentingrenze ist glatt, aber nicht an allen Stellen so deutlich ausgeprägt wie beim Menschen. Der Querschnitt der Prismen ist entgegen dem polygonalen des Menschen, rund. Die Dentinkanälchen teilen sich im Schmelz fächerartig auf, was ich beim Menschen nicht beobachten konnte. Die Prismen des relativ großen Zahnes sind äußerst fein.

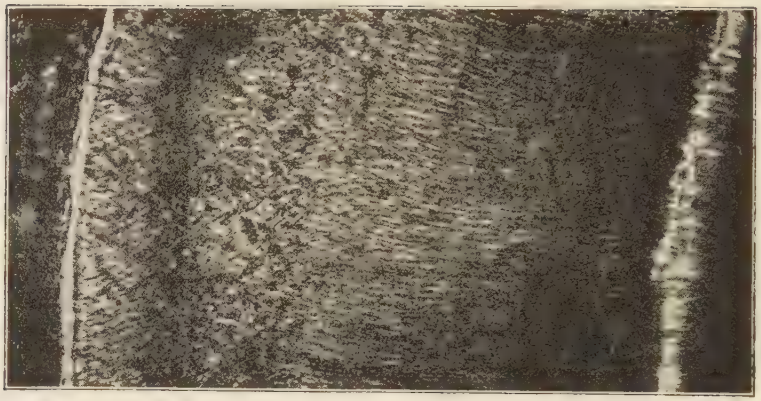
Beim Ochsen findet sich an der Zahnoberfläche eine feine Zementschicht, die gegen den Schmelz außerordentlich flache lakunäre Einbuchtungen besitzt. Die Perikymatien sind äußerst

schwach angedeutet. Eine Querstreifung der einzelnen Prismen wie beim Menschen habe ich nicht beobachten können. Die Lamellen enden in einer transparenten Zone, was ich beim Menschen bisher nicht gefunden habe. Die an manchen Stellen nur undeutlich ausgeprägte Dentinoberfläche ist durchaus glatt. Die Schmelzprismen haben etwa die gleiche Stärke, wie die menschlichen.

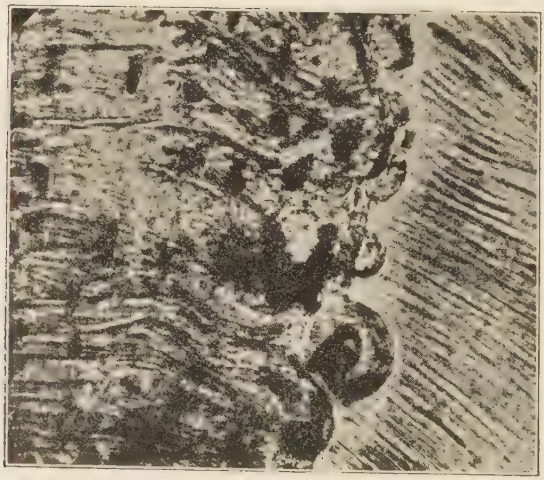
Der Schafzahn ist nach den Angaben von Kronfeld ebenfalls mit Zement bedeckt. Die Lamellen treten wie beim Menschen auf. Die Prismen sind feiner als beim Menschen, weisen aber eine stärker ausgeprägte I-P-S auf. Die Dentingrenze ist glatt. Die Dentinkanälchen verzweigen sich teilweise noch innerhalb des Schmelzes im Gegensatz zum Menschen. Die Querschnitte der Prismen liegen wie beim Menschen zu Zonien angeordnet, sind aber rund.

Der Zahn des Affen weist große Aehnlichkeit auf mit dem des Menschen. Die Perikymatien sowie die Retziusstreifen sind hier stellenweis viel stärker ausgeprägt als beim Menschen. Die Querstreifung in dem strukturarmen Schmelz ist wie beim Menschen. Lamellen treten äußerst selten auf. Die Schmelzdentingrenze besitzt Gruben und Spitzen, doch nicht so ausgeprägt wie beim Menschen. Die in den Schmelz übertretenden Dentinkanälchen haben wie beim Menschen ein kolben-, mehr knopfförmiges Endorgan.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Rebel, meinen ergebenen Dank auszusprechen, für die Ueberlassung des Themas und für die mannigfaltigen Anregungen im Verlauf der Arbeit.

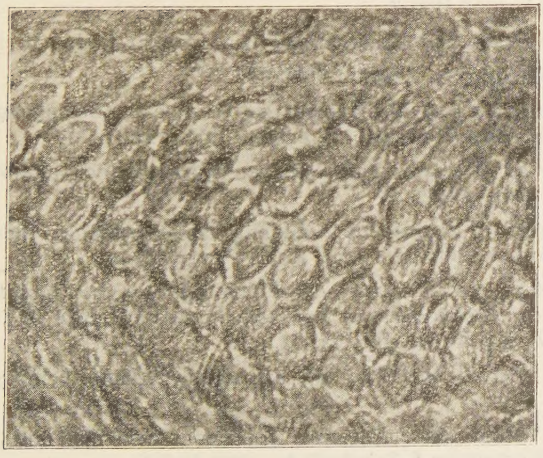


Kaninchen, Zweiteilung des Schmelzes, schwarze Aussparungen.
Oelimmers. 1,8 mm.



Pferd, Schmelz-Zementgrenze. Lakunen.
Oelimmers. 1,8 mm.

Bos taurus, Lamellenendungen in transp. Schmelz.
Fluor. Syst. 13 mm.



Schaf, quergetroffene Prismen.
Oelimmers. 1,8 mm.

Literaturübersicht

Adloff: Zur Frage der Kittsubstanz der Schmelzprismen. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilkde. 1914 S. 454.

Euler-Meyer, Patho-Histologie der Zähne. München 1927, Verlag Bergmann.

Friedeberg, Schmelzuntersuchungen mit weißem und ultraviolettem Lichte. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilkde. 1921 S. 680.

Derselbe, Die Untersuchung der Schmelz-Dentingrenze mit dem Opakluminator. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilkde. 1922 S. 57.

Faber, Die Lamellen des Zahnschmelzes. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilkde. 1925 Heft 12.

Gottlieb, Aetiologie und Prophylaxe der Zahnkaries. Zeitschr. f. Stomat. 1921 Heft 3.

Bernhard Herrmann, Die harten Zahngewebe der Vertebraten unter besonderer Berücksichtigung der Schmelz-Dentinstreitfrage der Selachierzähne. Corresp. f. Zahnärzte. 1922 H. 234.

R. Kronfeld, Einige histologische Befunde an Schafzähnen. Schweiz. Monatsschrift f. Zahnheilkde. 1927 Heft 6.

W. Meyer, Strittige Fragen in der Histologie des Zahnschmelzes. Vierteljahresschr. f. Zahnheilkde. 1925 Heft 3.

Orbán, Der histologische Bau des Kaninchengebisses. Vierteljahresschr. f. Zahnheilkde. 1925 Heft 3.

Derselbe, Zur Entwicklung und feineren Struktur des Schmelzes. Zeitschr. f. Stomat. 1925 Heft 7.

Derselbe, Schmelz und Zahnoberhäutchen. Zeitschr. f. Stomat. 1926 Heft 4.

Owen, Odontography. London 1840—45.

Schwarz, Untersuchung über Verbreitung, Ursache und Bedingung der Schmelzsprünge. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilkde. 1920 S. 97.

Siegmund und Weber, Pathologische Histologie der Mundhöhle. Verlag Hirzel, Leipzig 1926.

Paul de Terra, Vergleichende Anatomie des menschlichen Gebisses und der Zähne der Vertebraten. Jena 1911. Verlag Fischer.

L. Hollaender, Die Anatomie der Zähne des Menschen und der Wirbeltiere sowie der Histologie und Entwicklung nach Charles S. Thomes. Berlin 1877. Verlag August Hirschwald.

Walkhoff, Die normale Histologie menschlicher Zähne. Leipzig 1924, 2. Aufl. Verlag Felix.

R. Weber, Vergleichende Anatomie von Lepus cuniculus und Cavia cobaya. Dtsch. Wochenschr. f. Zahnheilkde. 1925 Heft 9.

Weidenreich, Ueber den Schmelz der Wirbeltiere und seine Beziehungen zum Zahnbein. Zeitschr. f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1926 Heft 3.

Lebenslauf.

Ich, Emil Enger, Sohn des Dentisten Aug. Enger und dessen Ehefrau Ella, geb. Krienitz, wurde am 25. April 1907 in Bockenem am Harz geboren. Nach Uebersiedelung meiner Eltern nach Hannover, besuchte ich dort die Oberrealseite der Bismarckschule vom Ostertermin 1913 bis Ostern 1925, woselbst ich nach stattgehabter Prüfung das Reifezeugnis erhielt.

Mit dem Sommersemester 1925 begann ich das zahnärztliche Studium in Greifswald. Nach Ablegung der Lateinprüfung in Hannover bestand ich Ostern 1927 das Physikum in Greifswald. Meine klinischen Semester verbrachte ich in Göttingen und erhielt hier im November 1928 meine Approbation als Zahnarzt.